

Docket No.: 2000P15141

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : FRANK PIETZSCHMANN  
Filed : Concurrently herewith  
Title : TEST APPARATUS FOR SEMICONDUCTOR CIRCUIT  
AND METHOD OF TESTING SEMICONDUCTOR CIRCUITS

#6  
Priority  
Doc  
SDA's  
12/11/01  
11002 U.S. PTO  
09/923720  
08/06/01

CLAIM FOR PRIORITY

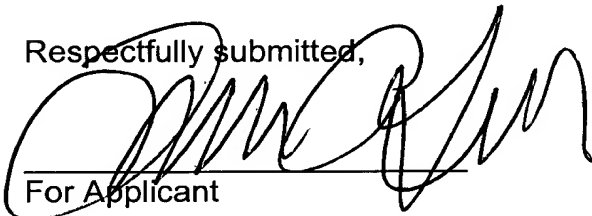
Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119,  
based upon the German Patent Application 100 39 336.5 filed August 4, 2000.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted  
herewith.

Respectfully submitted,

  
For Applicant

LAURENCE A. GREENBERG  
REG. NO. 29,308

Date: August 6, 2001

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100  
Fax: (954) 925-1101

/vs



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 100 39 336.5

**Anmeldetag:** 4. August 2000

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG, München/DE

**Bezeichnung:** Testvorrichtung für Halbleiterschaltung und Verfahren  
zum Testen von Halbleiterschaltungen

**IPC:** G 01 R, H 01 L

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 10. Juli 2001  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**  
Im Auftrag

Sieck

## Beschreibung

Testvorrichtung für Halbleiterschaltung und Verfahren zum Testen von Halbleiterschaltungen

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Testvorrichtung für Halbleiterschaltungen mit einer speziell ausgeführten Probecard, mittels der ein Verfahren zum Ausgleich von Höhen- und Planaritätsdifferenzen von Testspitzen zu Kontaktoberflächen von Wafern und eine anschließende Zustellbewegung der Testspitzen zur gleichzeitigen elektrischen Kontaktierung aller Kontaktoberflächen möglich wird.

10

Nach der Fertigstellung von integrierten Schaltkreisen werden diese in einem ersten Testschritt einem Funktionstest unterzogen, während sie noch im Wafer integriert sind, also vor ihrer Vereinzelung. Dies geschieht mittels Testvorrichtungen, die aus einem Waferhalter, dem sogenannten Chuck, zur Aufnahme eines Wafers und aus einem Testkopf bestehen. Der Chuck kann durch Heben oder Senken (Z-Position) gegen die über dem Chuck angeordneten Probecard bewegt und zusätzlich in X- und Y-Position verschoben werden, um die verschiedenen, auf einem Wafer befindlichen Schaltkreise mit ihren Kontaktflächen (Hz) mit den entsprechenden Kontaktnadeln der Probecard in Verbindung bringen zu können. Der Testkopf besteht üblicherweise aus einer Testelektronik zum Aussenden von Testsignalen und zum Auswerten der von den einzelnen integrierten Schaltkreisen auf dem Wafer kommenden Ausgangssignalen. Die Probecard trägt die Kontakte und ist über einen Haltemechanismus mit dem Testkopf verbunden. Die Probecard ist üblicherweise eine universelle oder für den jeweils zu testenden Schaltkreis speziell entworfene Mehrlagenleiterplatte, das sogenannte Performanceboard, welches zum einen eine Verbindung zur Testerelektronik und zum anderen über die Kontaktnadeln eine Verbindung zum zu testenden Wafer herstellt. Üblicherweise werden für jedes zu testende Produkt neue Leiterplatten ent-

20

25

30

35

wickelt, um die jeweils differierende Zuordnung zwischen Testerkanal und den Kontaktnadeln zu berücksichtigen.

5 Zum Durchführen des eigentlichen Tests wird der auf dem Chuck  
liegende Wafer mittels elektronisch gesteuerter Schrittmoto-  
ren und Bilderkennungstechnik so ausgerichtet (aligned), dass  
die Kontaktnadelspitzen möglichst nahe am Zentrum der zugehö-  
rigen Waferkontaktflächen auftreffen. Anschließend wird der  
Chuck mit einem vorgegebenen Geschwindigkeits-Weg-Profil nach  
10 oben gefahren, so dass die federnden Kontaktnadelspitzen am  
Ende über einen definierten Anpressdruck einen elektrischen  
Kontakt zu den Waferkontaktflächen (Pads) herstellen.

Bei den bisher benutzten Probecardtechnologien werden geräte-  
15 bedingte Planaritätsunterschiede der Probecardauflage, der  
Waferaufnahme (Chuck) und des Wafers selbst durch eine ent-  
sprechende federnde Konstruktion der Kontakte ausgeglichen.  
Üblicherweise werden die Kontaktnadeln aus Wolframdraht her-  
gestellt, nach entsprechendem Formbiegen manuell in die Pro-  
20 becard eingesetzt und mit einem Epoxy-Harz fixiert. Diese  
Kontaktnadeln zeigen eine gewisse Flexibilität, so dass sie  
Unebenheiten bei den oben genannten Komponenten durch mecha-  
nisches Federn mit entsprechendem Überdruck kompensieren kön-  
nen. Dies führt dazu, dass Planaritätsunterschiede sich di-  
5 rekt in unterschiedlichen Kontaktkräften und sogenannten  
Scrub-Längen und -Tiefen bemerkbar machen, das heißt in der  
Länge und Tiefe der von den Kontaktnadeln in die Oberfläche  
der Waferkontaktflächen eingeritzten Furchen.

30 Diese aus dem Stand der Technik bekannte Methode behindert  
die weitere Miniaturisierung der Chipkontaktflächen und der  
Kontaktflächenschichtdicken, da sie auch zum Durchbrechen  
(crack) bis zu unter den Kontaktflächen liegenden Schichten  
führen kann. Dies gewinnt zunehmend an Bedeutung bei großflä-  
35 chigen Kontaktanordnungen, beispielsweise der gleichzeitigen  
Kontaktierung bis zu 64 integrierten Schaltkreisen. Schon ge-

ringe Winkelverschiebungen erzeugen hierbei große Planaritätsabweichungen.

Ein weiteres Beispiel für im Stand der Technik bekannte Kontakte ist die T2-Probecard-Technologie der Firma Formfactor. Diese bringt lithographisch hergestellte Kontaktsätze, die auf einer Multilayer-Keramik aufgebracht sind, zum Einsatz. Die Mehrlagenkeramik dient der Zuführung der elektrischen Verbindung zwischen einem Performanceboard und den Kontakten. Die Verbindungen sind wegen der beim Sinterprozess auftretenden höheren Temperaturen aus Wolfram gefertigt, was den Nachteil eines erhöhten Übergangswiderstands von etwa 5 Ohm mit sich bringt. Sowohl die Kontakte als auch der Keramikträger sind federnd gelagert, um Planaritätsabweichungen auszugleichen und die zur Durchstoßung des Kontaktflächenoxids notwendige Bewegung der Kontakte zu realisieren.

Um die Probleme der unterschiedlich hohen Andruckkräfte der Kontakte auszugleichen, schlägt beispielsweise US 5,803,983 einen Haltemechanismus für die Probecard vor, der verkippbar ist. Während ein Drehpunkt des bei Aufsicht kreisförmigen Haltemechanismus ein Kippgelenk darstellt, sind zwei weitere Punkte vorgesehen, an denen der Haltemechanismus gegenüber dem Rest der Apparatur nach oben oder unten bewegt werden kann. Hierdurch ergibt sich im Ergebnis ein Verkippmechanismus für die Probecard. In aller Regel erfolgt das Einstellen des Verkippungsgrads einmalig für eine gesamte mit einer Probecard zu testende Serie von Schaltkreisen auf Wafern.

Der in der US 5,804,983 vorgestellte Mechanismus erlaubt jedoch lediglich ein Verkippen der Gesamtebene der verwendeten Probecard, um entsprechende systemische Verkippungen der Probecard, Probecardhalterung und des Chucks, beziehungsweise systematische Schrägen der zu testenden Wafer, auszugleichen. Die Planaritätsunterschiede innerhalb der Probecard bleiben dabei unberücksichtigt. Auch bei dem dort vorgeschlagenen Mechanismus erfolgt die Kontaktierung der Kontaktflächen des

Wafers mit den Kontakten der Probecard durch Herauffahren des Chucks gegen die Probecard bis zum Herstellen der elektrischen Verbindung. Die durch diesen groben Mechanismus auftretenden Kräfte können immer noch die unerwünschten und nachteiligen, oben beschriebenen Nebenwirkungen haben. Mit dem dort vorgeschlagenen Mechanismus ist außerdem ein Ausgleichen von Unebenheiten auf dem zu testenden Wafern nicht möglich.

Es besteht somit weiterhin ein Bedarf an einer Testvorrichtung, mit der es möglich ist, die Kontaktflächen der zu testenden, integrierten Schaltkreise möglichst gleichmäßig und damit mit geringeren notwendigen Anpressdrücken mit den Testkontakten in elektrische Verbindung zu bringen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Testvorrichtung zum Testen von Halbleiterschaltungen gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 und dem Verfahren zum Testen von Halbleiterschaltungen gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 17.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen, Aspekte und Details ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen, der Beschreibung und den beigefügten Zeichnungen.

In einem Aspekt betrifft die Erfindung eine Testvorrichtung, welche einen kombinierten Verkippt-, beziehungsweise Planaritätsausgleich und Kontaktierungsvorschubmechanismus aufweist.

In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine Vorrichtung, die auf Grund der geringen Anpressdrücke und der damit verbundenen geringen seitlichen Kontaktbewegungen die Kontaktierung auch kleiner Waferkontaktflächen ermöglicht.

In noch einem Aspekt betrifft die Erfindung eine Testvorrichtung, bei der die eigentliche Kontaktierungsbewegung durch Mikro-Bewegungen des Kontaktnadelarrays oder einzelner Nadeln erzeugt wird.

In noch einem Aspekt betrifft die Erfindung eine Testvorrichtung, bei der durch verbesserte Führung der Kontakte zu den Kontaktflächen eines zu testenden Wafers der Einsatz photolithographisch hergestellter Kontakte möglich ist.

5

Schließlich betrifft die Erfindung in einem Aspekt eine Testvorrichtung, bei der durch die verbesserte räumliche Führung der Kontakte die Verwendung eines Wafers als Sondenkarte möglich geworden ist.

10

Dementsprechend ist die Erfindung zunächst gerichtet auf eine Testvorrichtung für Halbleiterschaltungen mit einem Chuck zur Halterung eines zu testenden Wafers mit zumindest einem integrierten Schaltkreis mit einer Gruppe von Kontaktflächen, die ein Waferflächenprofil definieren; einer dem Chuck gegenüber angeordneten Probekarte mit einem Performanceboard, an dem eine Sondenkarte mit Kontakten zur Kontaktierung der Kontaktflächen angeordnet ist, wobei diejenigen Bereiche der Kontakte, die mit den Kontaktflächen in Kontakt kommen sollen, ein Testflächenprofil definieren, wobei die Erfindung gekennzeichnet ist durch an der Sondenkarte angeordnete Aktoren zur parallelen Ausrichtung des Testflächenprofils parallel zum Waferflächenprofil und zur Veränderung des Abstands zwischen dem Performanceboard und den Kontakten in einer Richtung im wesentlichen orthogonal zum Waferflächenprofil.

15

20

30

35

Maßgeblich für die mögliche Verringerung des Anpressdrucks ist es, dass zunächst alle Spitzen der Kontakte gleich weit von den Kontaktflächen auf dem Wafer entfernt sind, mit denen sie in elektrische Verbindung treten sollen. Hierdurch wird es vermieden, dass unterschiedliche Abstände zwischen Kontakten und Kontaktflächen durch übermäßige Anpressdrücke ausgeglichen werden müssen. Dies wird dadurch erreicht, dass das sogenannte Waferflächenprofil mittels in der Sondenkarte integrierter Aktoren von einem sogenannten Testflächenprofil nachvollzogen wird.

Unter einem Waferflächenprofil ist hierbei die dreidimensionale Ausgestaltung der Waberoberfläche im Bereich der zu kontaktierenden Kontaktflächen und deren Ausrichtung im Raum zu verstehen. Es ist ein auf die Fläche bezogenes Höhenprofil, welches möglicherweise auftretende Unterschiede bezüglich der relativen Höhen der einzelnen Kontaktflächen auf dem zu testenden Wafer sowie Verkippungen des Gesamthafters, seien diese bedingt durch den Wafer selbst oder die Waferaufnahme, wiedergibt.

10

Unter einem Testflächenprofil ist dementsprechend ein dreidimensionales Flächenprofil zu verstehen, welches die räumliche Anordnung derjenigen Punkte der Kontakte reflektiert, welche mit den Kontaktflächen in Kontakt kommen sollen, üblicherweise also die Spitzen der Kontakte.

15

Erfindungsgemäß sollen Waferflächenprofil und Testflächenprofil parallel zueinander sein. Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist darunter zu verstehen, dass das Testflächenprofil im Rahmen der in einer konkreten Ausführungsform möglichen Anpassung möglichst wenige Unterschiede in den Abständen zwischen den Kontakten und den von ihnen zu kontaktierenden Kontaktflächen aufweist. Bei einfachen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, bei denen alle Kontakte unverrückbar auf einer Ebene angeordnet sind, kann dies bedeuten, dass diese Ebene parallel zu einer aus dem Waferflächenprofil ermittelbaren Durchschnittsebene liegt. Bei komplexen Ausführungsformen kann es bedeuten, dass der Abstand jeden Kontakts zur zugehörigen Kontaktfläche (also der Kontaktfläche, mit der er in Verbindung treten soll) identisch ist. Das Spektrum möglicher Anpassungen der Flächenprofile reicht also vom einfachen Verkappen bis zum "Anschmiegen" der Kontaktnadeln an das Waferflächenprofil.

20

30

Die nötige Anpassung erfolgt durch an der Sondenkarte angeordnete Aktoren, welche die Kontakte bewegen können. Diese Aktoren übernehmen zugleich eine weitere Aufgabe, nämlich die

35



Kontakte durch eine Mikrobewegung in elektrische Verbindung mit den Kontaktflächen zu bringen. Gerade in Kombination dieser beiden Funktionen in den Aktoren liegt ein besonderer Vorteil der vorliegenden Erfindung, der ein feines und  
5 kräftereduziertes Andrücken der Kontakte an die auf dem Wafer befindlichen Kontaktflächen ermöglicht.

Unter dem Begriff "im wesentlichen orthogonal" zum Waferflächenprofil ist im Sinne der vorliegenden Erfindung zu verstehen, dass alle Kontakte gleichmäßig auf den zu testenden Wafer zubewegt werden. Je nach konkreter Ausgestaltung der Erfindung kann diese Bewegung tatsächlich genau orthogonal zum Waferflächenprofil erfolgen oder orthogonal zur Längsachse von Testkopf und Chuck, was einer einfacher zu implementierenden Mechanik entspricht.  
15

Zur konkreten Realisierung stehen zahlreiche Ausführungsformen zur Verfügung. So können die Aktoren zwischen dem Performanceboard und der Sondenkarte angeordnet und mit diesen verbunden sein. Durch die gleichzeitige Verbindung der Aktoren mit Performanceboard und Sondenkarte ist es möglich, durch Verändern oder Verkürzen der Aktoren den Abstand der gesamten Sondenkarte und damit auch der auf ihr befindlichen Kontakte vom Performanceboard zu verändern. Durch diese Anordnung sind Verkippbewegungen der gesamten Sondenkarte und damit ein Ausgleichen von Verkippungen am Chuck oder dem Wafer möglich.  
20

Es wird insbesondere bevorzugt, dass zumindest drei Aktoren zwischen dem Performanceboard und der Sondenkarte angeordnet und mit diesen verbunden sind. Drei Aktoren gewährleisten die notwendige Stabilität und erlauben die Einnahme beliebiger Positionen der Sondenkarte im Rahmen der möglichen Verlängerung beziehungsweise Verkürzung der Aktoren.  
30

Es ist auch möglich, dass eine Mehrzahl von Aktoren zwischen dem Performanceboard und der Sondenkarte angeordnet und mit  
35

diesen verbunden sind, wobei die Sondenkarte aus einem Material besteht, das in der Lage ist, den Bewegungen der Aktoren flexibel zu folgen. Hierdurch lässt sich bereits eine deutlich bessere Anpassung des Testflächenprofils an das Waferflächenprofil erreichen, da auch Unebenheiten, beziehungsweise Höhenschwankungen, auf dem Wafer berücksichtigt werden können, die nicht in einer einfachen Verkipfung des Wafers bestehen. Das Prinzip ähnelt dem von Großteleskopen moderner Bauart, bei denen die Spiegel durch unter dem Spiegel angeordnete Stellglieder so verbogen werden können, dass temperaturbedingte Abweichungen der einfallenden Wellenfront ausgeglichen werden können. Die Genauigkeit dieses Adaptionsmechanismus hängt von der Zahl der Aktoren und von der Flexibilität der verwendeten Sondenkarte ab.

Eine weitere Möglichkeit der Aktorenpositionierung besteht darin, sie in der Sondenkarte selbst anzuordnen und mit den Kontakten und einem Untergrund der Sondenkarte zu verbinden. Durch diese Ausführungsform ist es möglich, für jeden Kontakt der Sondenkarte einen eigenen Aktor bereitzustellen, der den Kontakt aus der Sondenkarte herausfahren oder in diese hineinfahren kann. Diese Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ermöglicht die größte Flexibilität bei der Anpassung, ist allerdings auf Grund des beengteren Raums innerhalb der Sondenkarte auf kleinere Ausgleichsbewegungen beschränkt, als dies bei größeren Aktoren, die zwischen Sondenkarte und Performanceboard angeordnet sind, möglich ist.

Eine weitere mögliche Ausführungsform der Erfindung ist, dass die Sondenkarte mehrere voneinander getrennte Teilkarten umfasst, welche über jeweils eigene Aktoren zur Anpassung an mehrere Gruppen von Kontakten auf dem zu testenden Wafer verfügen. Auf diese Weise ist es möglich, in einfacher und flexibler Weise auch mehrere integrierte Schaltungen auf einem Wafer gleichzeitig zu testen, indem Teilkarten der Sondenkarte zur Verfügung gestellt werden, die jeweils örtlich an die Gegebenheiten der einzelnen zu testenden Schaltkreise

anpassbar sind. Je kleiner die Gesamtfläche ist, über die sich die zu testenden Kontaktflächen verteilen, desto einfacher ist es möglich, Verkippungen auszugleichen und desto geringer werden Höhenunterschiede zwischen den einzelnen Kontaktflächen sein.

Auch eine Kombination der verschiedenen vorgeschlagenen Techniken ist möglich, beispielsweise größere Aktoren zum Ausgleichen von globalen Verkippungen von Wafer oder Waferaufnahme und zugleich kleine Aktoren an jedem Kontakt, welche individuelle Höhenunterschiede ausgleichen und das Verschieben der Kontakte zum Wafer bei dem eigentlichen Herstellen der elektrischen Verbindungen ermöglichen.

Zur Realisierung der erfindungsgemäß verwendeten Aktoren stehen ebenfalls verschiedene Technologien zur Verfügung. Eine besonders bevorzugte Ausführungsform von Aktoren sind piezoelektrische Elemente. Diese sind leicht elektrisch ansteuerbar und ändern in Abhängigkeit vom anliegenden Spannungswert ihre Länge und sind damit besonders günstig bei beengten räumlichen Verhältnissen einsetzbar. Piezoelektrische Elemente können auf einem lithographischen Weg hergestellt werden, so dass es sich anbietet, bei Integrationen der Aktoren in die eigentliche Sondenkarte die gesamte Sondenkarte, möglicherweise inklusive der verwendeten Kontakte, auf lithographischem Wege herzustellen.

Die Aktoren können weiterhin hydraulische oder elektromechanische Elemente sein, deren Funktionsweise und Implementation dem Fachmann ebenso wie die von piezoelektrischen Elementen geläufig sind. Mögliche Aktoren können auf magnetoresistiven, elektromagnetischen, oder elektroresistiven Prinzipien beruhen; sie können lineare oder rotierende Mikromotoren mit Getriebe sein oder pneumatische oder hydraulische Pumpen oder Ventile.

Um ein zügiges Grobpositionieren (Grobzustellung) des Wafers in die Nähe des Testkopfs zu ermöglichen, kann weiterhin vorgesehen sein, dass der Chuck einen Chuckantrieb aufweist, der den Chuck in Richtung auf den Testkopf bewegen kann.

5

Wie bereits oben erwähnt, wurden bisherige Sondenkarten in ihrer gesamten Verschaltungstechnik für jeden zu testenden integrierten Schaltkreis mit spezifischem Kontaktflächen-Lay-out neu entworfen. Bisher üblicherweise verwendete Sondenkar-  
10 ten trugen neben den Kontaktnadeln auch sämtliche Leiterbahnen in sich, um somit die vorgegebene Zuweisung von Testerkanal zur Kontaktnadel elektrisch realisieren zu können. Dieses aufwendige Leiterbahnlayout, welches üblicherweise in Multi-Layer oder Multi-Wire Technologie umgesetzt werden muss, ver-  
15 teuert die Sondenkarten in erheblichem Maße.

Um hier eine Vereinfachung herbeizuführen, wird es für die vorliegende Erfindung bevorzugt, dass der Performanceboard eine Platine ist, die eine Gruppe von Kontakten in einer vor-  
20 gegebenen Anordnung zur Kontaktierung einer Tester-Auswerte- und Steuerelektronik und eine zweite Gruppe von Kontakten in einer zweiten vorgegebenen Anordnung zur Kontaktierung von Kontakten auf der Sondenkarte aufweist. Durch diese bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dient der Performanceboard als universeller Adapter, welcher es ermöglicht, alle Sondenkarten mit einer identischen Kontaktierung zu versehen.

Entsprechend weisen die Sondenkarten Kontakte zur Kontaktie-  
30 rung der zweiten Gruppe von Kontakten des Performanceboards auf. Zum Tragen kommt diese Ausführungsform der Erfindung insbesondere dann, wenn als Sondenkarte ein Wafer verwendet wird, da hier in einfacher Weise die benötigten Leiterbahnen innerhalb des Wafers implementiert werden. Die Konstruktion  
35 einer aufwendigen Meherlagenplatine oder eines vergleichbaren Leiterbahnmittels bleibt somit auf die einmalige Konstruktion eines entsprechenden Performanceboards beschränkt. Durch die

Verwendung eines solchen Adapters ist dennoch die Verwendbarkeit herkömmlicher Testvorrichtungen gewährleistet.

- Um den tatsächlichen Abstand der Kontakte zu den Kontaktflächen feststellen zu können, werden vorzugsweise Abstandssensoren verwendet. Diese können beispielsweise auf derselben Seite der Sondenkarte, auf der auch die Kontakte liegen, angeordnet sein, und auf optischem oder elektrischem Wege einen Abstand zum testenden Wafer feststellen. Je exakter das Testflächenprofil an das Waferflächenprofil angepasst werden soll, beziehungsweise auf Grund der größeren Zahl von Aktoren kann, desto größer ist die Zahl der für die exakte Beurteilung des vorhandenen Abstands notwendigen Abstandssensoren.
- Die Abstandssensoren können optische Sensoren, mit den Kontakten verbundene Drucksensoren, kapazitive Sensoren oder andere, zur Bestimmung des Abstandes der Kontakte vom Wafer geeignete Sensoren sein.
- Es ist weiterhin möglich, auf der Sondenkarte Zusatzfunktionen unterzubringen. So wird es bevorzugt, dass die Sondenkarte Mittel zum Speichern und Ausgeben einer Identifikationsnummer aufweist. Auf diese Weise ist es möglich, dass eine eingesetzte Sondenkarte von der Testelektronik automatisch erkannt und ein entsprechend angepasstes Testprogramm gestartet werden kann, da sich aus der Identifikationsnummer die Art des zu testenden integrierten Halbleiters ergibt.
- Weiterhin wird bevorzugt, dass die Sondenkarte Testschaltungen zum koordinierten Anlegen von Testsignalen und/oder Testsignalabfolgen an den zu testenden Wafer aufweist. Auf diese Weise wird ein Teil der Funktionalität der Testelektronik in die Sondenkarte selbst verlegt.
- Auch ist es möglich, in die Sondenkarte Steuermittel zur Auswertung von Signalen, welche von den Abstandssensoren ausgegeben werden, und zur Ansteuerung der Aktoren vorzusehen. Auf

diese Weise kann die Sondenkarte eine autarke Einheit werden, die keinerlei externer Steuerung mehr bedarf. Die Anpassung der Ausrichtung der Kontakte an die zu testenden Wafer erfolgt dann ohne Eingriff durch eine äußere Steuereinheit.

5

Weitere Zusatzfunktionen sind möglich, beispielsweise ein An- tastzähler (touch down counter), ein Betriebsstundenzähler, ein Drucküberlastwächter, sowie weitere integrierte Bauele- mente, wie Kondensatoren und Schalter.

10

Nicht ausschließlich, jedoch besonders günstigerweise lassen sich diese zusätzlichen Funktionalitäten implementieren, wenn die Sondenkarte ein Wafer ist oder einen Wafer bzw. einen Teil eines Wafers beinhaltet. In einem solchen Fall wird zu- sätzlich bevorzugt, dass die Kontakte Bestandteil des Wafers sind. Auf diese Weise lassen sich die Kontakte in einem li- thographischen Verfahren herstellen, was die Kosten der Her- stellung senkt und das fehlerbehaftete und mühselige und ma- nuelle Ausrichten von Kontaktnadeln vermeidet.

20

Auch die Aktoren können auf einen Wafer platziert werden, der zwischen Sondenkarte und Performanceboard angeordnet werden kann und mit der Sondenkarte verbunden ist. Diese auch als Planarisator bezeichnete zweite Wafer wird also mit der ei- gentlichen Sondenkarte zu einer Sandwichanordnung verbunden.

25

Die Erfindung ist weiterhin gerichtet auf ein Verfahren zum Testen von Halbleiterschaltungen in einer Testvorrichtung, insbesondere einer erfindungsgemäßen Testvorrichtung, wobei die Testvorrichtung aufweist einen Chuck zur Halterung eines Wafers mit zumindest einem integrierten Schaltkreis mit einer Gruppe von Kontaktflächen, die ein Waferflächenprofil defi- nieren; und einer dem Chuck gegenüber angeordneten Probecard mit einem Performanceboard, an dem eine Sondenkarte mit Kon- takten zur Kontaktierung der Kontaktflächen angeordnet ist; wobei diejenigen Bereiche der Kontakte, die mit den Kontakt-

30

35

flächen in Kontakt kommen sollen, ein Testflächenprofil definieren, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

- Ausrichten des Testflächenprofils parallel zum Waferflächenprofil; und

- 5 - Vergrößern des Abstands zwischen dem Performanceboard und den Kontakten in einer Richtung im wesentlichen orthogonal zum Waferflächenprofil, bis die Kontakte der Sondenkarte eine elektrische Verbindung zu den Kontaktflächen des zu testenden Wafers hergestellt haben, wobei Ausrichten und Vergrößern des
- 10 Abstands durch Aktoren erfolgt, welche an der Sondenkarte angeordnet sind.

Alles bezüglich der Testvorrichtung Gesagte und Erläuterte wird in gleicher Weise für das Verfahren gelten, so dass das

15 oben Gesagte voll inhaltlich eingeschlossen und darauf hinsichtlich des Verfahrens Bezug genommen wird.

Vorzugsweise wird der Abstand zwischen dem Performanceboard und den Kontakten solange vergrößert, bis die Kontakte eine

20 Oberfläche der Kontaktfläche entfernt und/oder durchstoßen haben. Je nach konkreter Ausführung der Bauform der Kontakte können diese eine Kratzbewegung auf der Oberfläche erzeugen und eine möglicherweise vorhandene Oxidschicht oder andere Schicht entfernen beziehungsweise diese zur Seite drängen, das heißt durchstoßen.

Um ein schnelles Heranfahren des Wafers in den Bereich der Kontakte zu gewährleisten, kann ein Heranfahren des Chucks, und damit des zu testenden Wafers an die Sondenkarte bis zu

30 einem vorgegebenen Abstand von Wafer und Sondenkarte erfolgen. Dieser vorgegebene Abstand kann durch ein entsprechendes Messgerät am Chuck festgestellt werden oder durch die auf der Sondenkarte angeordneten Abstandssensoren.

35 Das Verfahren kann den weiteren Schritt aufweisen:

- Permanentes Erfassen des Abstands zwischen der Sondenkarte und dem zu testenden Wafer.

Durch das Erfassen des Abstands kann gewährleistet werden, dass die Anpassungen des Testflächenprofils an das Waferflächenprofil in optimaler Weise erfolgen kann.

- 5 Das Ausrichten kann ein einfaches Verkippen der Sondenkarte relativ zu dem zu testenden Wafer sein. In diesem Fall besteht die Anpassung der Flächenprofile also lediglich darin eine gedachte Ebene der Kontaktspitzen parallel zu einer gemittelten und ebenfalls gedachten Waferflächenprofil vorzunehmen.
- 10

Das Ausrichten kann weiterhin durch ein Verbiegen der Sondenkarte zu dem benötigten Flächenprofil geschehen. Das Ausrichten kann weiterhin ein Einstellen des gleichen Abstands zwischen den Kontakten und den von ihnen zu kontaktierenden Kontaktflächen sein. Dies kann in einer bevorzugten Ausführungsform dadurch geschehen, dass das Einstellen des gleichen Abstands durch Verändern der Position der einzelnen Kontakte mittels eines Aktors für jeden Kontakt erfolgt.

15

- 20 Das Vergrößern des Abstands zwischen Performanceboard und Sondenkarte wiederum geschieht vorzugsweise durch ein gleichmäßiges Ausfahren aller Aktoren auf eine Länge, die größer ist als die für das Ausrichten eingenommene Länge. Je nach verwendeter Messtechnik der Abstandssensoren, Zahl der Aktoren und verwendetem Grundprinzip der Testvorrichtung ist es möglich, den Ausrichtungs- und den Abstandsvergrößerungsbeziehungsweise Kontaktierschritt in einem durchzuführen. So ist es beispielsweise bei einem Aktor pro Kontakt möglich, nach Einnehmen eines gewissen Abstands, welcher beispielsweise durch Heranfahren des Chucks erfolgen kann, einfach alle Kontakte mittels der vorhandenen Aktoren auf die Oberfläche abzusenken, bis eine elektrische Verbindung zustande gekommen ist. Dann werden die Aktoren gestoppt und verbleiben
- 30
- 35 in ihrer entsprechenden Position.



Ferner können die Kontakte zumindest während des Vergrößerns des Abstands zwischen dem Performanceboard und den Kontakten in Vibration und/oder in Schwingung versetzt werden. Auf diese Weise kann das Eindringen in die Kontaktfläche und das Entfernen einer Oxidschicht auf der Kontaktfläche verbessert werden, was zu einem besseren elektrischen Signal beim Test führt.

Im folgenden soll die Erfindung an Hand konkreter Ausführungsbeispiele weiter erläutert werden, wobei auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen wird, in denen folgendes dargestellt ist:

- Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Testkopfbereich mit Performanceboard und Sondenkarte;
- Figur 2 zeigt die in Figur 1 verwendete Sondenkarte in einer Untersicht;
- Figur 3 zeigt einen Planarisator, wie er in Figur 1 verwendet wird in einer Aufsicht mit den Aktoren;
- Figur 4 zeigt das erfindungsgemäße Verfahren in mehreren Schritten;
- Figur 5 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Sondenkarte gemäß der vorliegenden Erfindung mit Kontaktvorsprüngen;
- Figur 6 zeigt eine aus mehreren Teilkarten bestehende erfindungsgemäße Sondenkarte;
- Figur 7 zeigt eine flexible Sondenkarte mit angreifenden Aktoren;
- Figur 8 zeigt eine Sondenkarte, bei der jeder Kontakt durch einen Aktor individuell angetrieben wird; und
- Figur 9 zeigt eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der die Sondenkarte über externe Aktoren planarisiert bzw. bewegt wird.

Der in Figur 1 gezeigte Mechanismus weist ein Performanceboard 3 und eine Sondenkarte 5 auf. Zwischen Sondenkarte 5 und Performanceboard 3 ist ein Planarisator 7, auf dem die Aktoren 4 angeordnet sind, eingeschoben. Der Planarisator 7

stützt sich am Performanceboard. Ein Interconnector 17 stellt die vertikale, elektrische Verbindung zwischen Sondenkarte 5 und Performanceboard 3 her. Bei Bedarf kann ein Kartenversteifungselement 10 auf der Performanceboardoberseite angebracht sein, das mit dieser beispielsweise durch Schrauben 11 verbunden sein kann. Auf der Sondenkarte befinden sich weiterhin die Kontakte 9, hier als Kontaktnadeln mit einem abgebogenen Spitzenbereich, dargestellt; und Abstandssensoren 8. Über Stiftkontakte (Pogo-Pins) 15 und Goldpads 6 ist das Performanceboard 3 mit dem Testkopf 1 (partiell dargestellt) elektrisch verbunden

Die in Figur 2 gezeigte Untersicht der Sondenkarte gemäß der Figur 1 zeigt drei Abstandssensoren 8 sowie eine Anordnung von Kontakten 9. Auf der Rückseite dieser Sondenkarte befinden sich Kontakte zur Verbindung mit dem Performanceboard, die mit dem Bezugszeichen 14 gekennzeichnet sind und die bei dieser Untersicht im Normalfall nicht zu sehen sind, da sie auf der Rückseite der Sondenkarte liegen. Sie sind daher als punktiert dargestellte Ausrisse in Figur 2 eingezeichnet.

Figur 3 zeigt einen Planarisator, der beispielsweise als ein zweiter Wafer ausgeführt sein kann und auf dem die Aktoren 4 angeordnet sind. Zur Herstellung ist es beispielsweise möglich, einen Halbleiterwafer lithographisch mit piezoelektrischen Aktoren zu versehen, deren spannungsabhängige Längenbewegung in Verbindung mit den oben genannten Abstandssensoren eine Planaritätsanpassung auf den zu testenden Wafer erzeugt.

Durch die Verwendung von Halbleiterwafern sowohl für die Herstellung der Sondenkarte als auch die Herstellung des Planarisators lassen sich verschiedenartige Sondenkarten und Planarisatoren in einfacher Weise herstellen. Der in Figur 3 gezeigte Planarisator 7 muss ebenfalls über Kontakte und Weiterleitungen verfügen, die mit den Kontakten 14 auf der Sondenkarte in Verbindung treten können. Ein mögliches Konzept, diese vertikale elektrische Verbindung zwischen Wafern herzu-

stellen, wird stacked water level packaging (S-WLP) genannt und von der Firma TRU-SI Technologies Inc. beschrieben.

Figur 4 zeigt das erfindungsgemäße Verfahren, wobei von einer vereinfachten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Testvorrichtung ausgegangen wird. Auf das in der Performanceboardauflage 16 eingelegte Performanceboard 3 wurde der Testkopf 1 abgesenkt und über die Kontakte 15 eine elektrische Verbindung zur Testerelektronik hergestellt. Mit dem Performanceboard 3 verbundene Aktoren bewegen die Sondenkarte 5 nach unten.

Figur 4A zeigt den Ausgangszustand der Testvorrichtung. Nach dem Herauffahren des Chucks 2 mit einem darauf positionierten Wafer 12 mit Kontaktflächen 13 erfolgt bei dieser Ausführungsform der Testvorrichtung eine Verkipfung der Sondenkarte 7 mittels der piezoelektrischen oder sonstiger Aktoren 4, bis die Sondenkarte parallel zum Wafer steht (Fig. 4B). Die Pfeile in den Aktoren sollen dabei das unterschiedliche Ausmaß der Bewegung verdeutlichen.

Wie in Figur 4C gezeigt, wird nunmehr in einem weiteren Schritt die gesamte Sondenkarte 5 auf den Wafer 12 abgesenkt, bis die Kontakte 9 eine elektrische Verbindung mit den Kontaktflächen 13 des Wafers aufnehmen. Bei dieser Ausführungsform erfolgt das Senken der Sondenkarte 5 in Figur 4C in senkrechter Richtung nach unten. Je nach verwendeten Aktoren und deren Anordnung ist es jedoch auch möglich eine Bewegung auszuführen, die direkt in Richtung der Oberfläche des Wafers führt.

Eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Testvorrichtung ist in Figur 5 gezeigt. Hierbei sind die Kontakte ballförmig und keine Nadeln. Auch bei dieser Ausführungsform sind Performanceboard und Sondenkarte unmittelbar über die Aktoren 4 miteinander verbunden.

In Figur 6 ist eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung gezeigt, bei der mehrere Teilkarten zusammen die Sondenkarte bilden. Jede der Teilkarten ist mit eigenen Abstandssensoren und einer Gruppe von Kontakten 9 ausgestattet, die es erlauben, mehrere auf einem Wafer angeordnete, zu testende integrierte Schaltungen gleichzeitig zu kontaktieren.

Die Möglichkeit der Verwendung einer flexibel gestalteten Sondenkarte ist in Figur 7 gezeigt. Durch die große Zahl der hier verwendeten Aktoren 4 kann sich die Sondenkarte 7 in ihrem Testflächenprofil dem Waferflächenprofil besonders gut anpassen.

Eine weitere Steigerung dieser Anpassungsfähigkeit ist durch die Ausführungsform gemäß der Figur 8 erreichbar. Hier verfügt jeder der Kontakte der Sondenkarte über einen eigenen Aktor, welcher im vorliegenden Fall in einer unter dem Kontakt befindlichen Grube angeordnet ist. Die Aktoren können sich individuell in der Länge verändern und damit die Kontakte mehr oder weniger weit aus der Oberfläche der Sondenkarte herausfahren. Ein jeweils mit integrierter Drucksensor kann über eine Regelschleife für einen gleichmäßigen Anpressdruck der Kontakte 9 auf den Kontaktflächen 10 sorgen.

Figur 9 zeigt eine andere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung in Form einer Nachrüstung herkömmlicher Probecards mittels externer Piezoantriebe und einer entsprechenden Mehrgrößenschaltung. Anstelle konventionell verwendeter Stellschrauben werden Stellstempel 19 verwendet, welche von über den Stellschraubenöffnungen angeordneten Antrieben 4 gestellt werden. Die konventionell aufgebaute Sondenkarte 5 kann nunmehr durch ihre Bewegung an jeden Wafer angepasst werden. Sondenkarte 5 wird mittels Federn o.ä. an Sondenkartenhaltern 18 fixiert. Die Verbindung der Sondenkarte 5 mit dem Performanceboard 3 erfolgt durch Kontakte 14 und Interconnectorstifte 17.

Die vorliegende Erfindung beseitigt die im Stand der Technik bekannten Nachteile mittels adaptiver Höhenzustellung. Der Chuck des Probers (Testvorrichtung) dient nur noch der Grobhöhenzustellung des zu kontaktierenden Wafers und wird während einer einmaligen Setup-Phase soweit nach oben gefahren, beispielsweise bis der erste von einer Reihe von Abstandssensoren der Sondenkarte die Sollposition signalisiert. Im laufenden Testbetrieb erfolgt dann bei jeder Antastung, dem sogenannten Touch Down eines integrierten Schaltkreises, eine Planarisierungsphase, in der sich alle piezoelektrischen Aktoren ausdehnen, bis die Abstandssensoren Sollpositionen ausgeben. Nunmehr folgt eine gleichmäßige Zustellung aller drei Aktoren, die sogenannte Präzisionshöhenzustellung. Gegebenenfalls kann dies zur Kontaktverbesserung auch mit einer Schwingbewegung oder Vibration kombiniert werden. Bei üblichen Wafers und einer sinnvollen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann der Verfahrensweg des Planarisators, beispielsweise bei drei Aktoren und einer normalen Sondenkartengröße, die bedingt ist durch die verwendete Wafergröße, einen einseitigen Verfahrensweg von maximal 50  $\mu\text{m}$  haben. Die Präzisionshöhenzustellung, das heißt der Vorgang des Abstandsvergrößerens zwischen Performanceboard und Sondenkarte liegt beispielsweise in der Größenordnung von maximal 5  $\mu\text{m}$ . Die Eindringtiefe der Kontakte, beispielsweise von Kontaktnadeln, in die zu testenden Kontaktfläche des integrierten Schaltkreises beträgt beispielsweise maximal 200 nm.

Natürlich ist es ebenfalls möglich, eine kinematische Umkehr des verwendeten Prinzips zu erzielen, indem die Präzisionshöhenzustellung und gegebenenfalls auch die Verkippkompensation durch eine Vorrichtung stattfindet, welche unter dem Wafer angeordnet ist und nicht im Testkopf.

Die Form der Kontakte der Sondenkarte kann je nach verwendetem Einsatzzweck frei ausgewählt werden. So ist es möglich, Nadeln mit gebogenen Spitzen ebenso wie halbkugelförmige Kontakte oder meißel- beziehungsweise nadelspitzenartige Kon-

20

takte zu verwenden. Besonders bevorzugt sind solche Kontaktformen, die sich bei Verwendung eines Wafers als Sondenkarte photolithographisch herstellen lassen.

- 5 Mit der vorliegenden Erfindung ist ein altes Problem der Kontaktierung von zu testenden integrierten Schaltkreisen gelöst worden, indem durch bessere Anpassung der Flächenprofile aneinander der notwendige Anpressdruck der Kontakte maßgeblich vermindert worden ist.

10



## Patentansprüche

1. Testvorrichtung für Halbleiterschaltungen mit  
einem Chuck (2) zur Halterung eines zu testenden Wafers (12)  
5 mit zumindest einem integrierten Schaltkreis mit einer Gruppe  
von Kontaktflächen (13), die ein Waferflächenprofil definie-  
ren;

einem dem Chuck gegenüber angeordneten Testkopf (1) mit einem  
Performanceboard (3), an dem eine Sondenkarte (5) mit Kontak-  
10 ten (9) zur Kontaktierung der Kontaktflächen (13) angeordnet  
ist; wobei diejenigen Bereiche der Kontakte (9), die mit den  
Kontaktflächen (13) in Kontakt kommen sollen, ein Testflä-  
chenprofil definieren;

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h

15 an der Sondenkarte (5) angeordnete Aktoren (4) zur parallelen  
Ausrichtung des Testflächenprofils parallel zum Waferflä-  
chenprofil und zur Veränderung des Abstands zwischen dem Per-  
formanceboard (3) und den Kontakten (9) in einer Richtung im  
wesentlichen orthogonal zum Waferflächenprofil.

20 2. Testvorrichtung nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
die Aktoren (4) zwischen dem Performanceboard (3) und der  
Sondenkarte (5) angeordnet und mit diesen verbunden sind.

3. Testvorrichtung nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
zumindest drei Aktoren (4) zwischen dem Performanceboard (3)  
und der Sondenkarte (5) angeordnet und mit diesen verbunden  
30 sind.

4. Testvorrichtung nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
eine Mehrzahl von Aktoren (4) zwischen dem Performanceboard  
35 (3) und der Sondenkarte (5) angeordnet und mit diesen verbun-  
den sind, wobei die Sondenkarte (5) aus einem Material be-

steht, das in der Lage ist, den Bewegungen der Aktoren (4) flexibel zu folgen.

5. Testvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
die Aktoren in der Sondenkarte (5) angeordnet und mit den  
Kontakten und einem Untergrund der Sondenkarte (5) verbunden  
sind.
- 10 6. Testvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
die Sondenkarte mehrere voneinander getrennte Teilkarten um-  
fasst, welche über jeweils eigene Aktoren zur Anpassung an  
mehrere Gruppen von Kontakten auf dem zu testenden Wafer ver-  
15 fügen.
7. Testvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
die Aktoren (4) piezoelektrische Elemente, hydraulische Ele-  
20 mente oder elektromechanische Elemente sind.
8. Testvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
das Performanceboard eine Platine ist, die eine Gruppe von  
25 Kontakten in einer vorgegebenen Anordnung zur Kontaktierung  
einer Auswerte- und Steuerelektronik und eine zweite Gruppe  
von Kontakten in einer zweiten vorgegebenen Anordnung zur  
Kontaktierung von Kontakten auf der Sondenkarte aufweist.
- 30 9. Testvorrichtung nach Anspruch 8,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
die Sondenkarte Kontakte zur Kontaktierung der zweiten Gruppe  
von Kontakten des Performanceboards aufweist.
- 35 10. Testvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass



die Sondenkarte Abstandssensoren aufweist, welche den Abstand zu einem Wafer an verschiedenen Punkten bestimmen können.

11. Testvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Sondenkarte Mittel zum Speichern und Ausgeben einer Identifikationsnummer aufweist.

12. Testvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Sondenkarte Testschaltungen zum koordinierten Anlegen von Testsignalen und/oder Testsignalabfolgen an den zu testenden Wafer aufweist.

13. Testvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Sondenkarte (5) Steuermittel zur Auswertung von Signalen, welche von den Abstandssensoren (8) ausgegeben werden, und zur Ansteuerung der Aktoren (4) aufweist.

20

14. Testvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Sondenkarte (5) ein Wafer ist oder einen Wafer oder Waferteile beinhaltet.

25

15. Testvorrichtung nach Anspruch 14,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Kontakte (9) Bestandteil des Wafers sind.

16. Testvorrichtung nach einem der Ansprüche 14 oder 15,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass zwischen Sondenkarte und Performanceboard ein zweiter Wafer angeordnet ist, auf dem die Aktoren angeordnet sind.

17. Verfahren zum Testen von Halbleiterschaltungen in einer Testvorrichtung insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 16,

35

wobei die Testvorrichtung aufweist:

einen Chuck (2) zur Halterung eines Wafers (12) mit zumindest einem integrierten Schaltkreis mit einer Gruppe von Kontaktflächen (13), die ein Waferflächenprofil definieren; und

5 einen dem Chuck gegenüber angeordneten Testkopf mit einem Performanceboard (3), an dem eine Sondenkarte (5) mit Kontakten (9) zur Kontaktierung der Kontaktflächen (13) angeordnet ist; wobei diejenigen Bereiche der Kontakte (9), die mit den Kontaktflächen (13) in Kontakt kommen sollen, ein Testflächenprofil definieren;

10 mit folgenden Schritten:

-Ausrichten des Testflächenprofils parallel zum Waferflächenprofil; und

-Vergrößern des Abstands zwischen dem Performanceboard (3) und den Kontakten (9) in einer Richtung im wesentlichen orthogonal zum Waferflächenprofil, bis die Kontakte (9) der Sondenkarte (5) eine elektrische Verbindung zu den Kontaktflächen (13) des zu testenden Wafers (12) hergestellt haben, wobei Ausrichten und Vergrößern des Abstandes durch Aktoren  
15 (4) erfolgt, welche an der Sondenkarte (5) angeordnet sind.  
20

18. Verfahren nach Anspruch 17,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
der Abstand zwischen dem Performanceboard (3) und den Kontakten (9) vergrößert wird, bis die Kontakte (9) eine Oberfläche der Kontaktfläche (13) angekratzt und/oder eine Oxidschicht durchstoßen haben.  
5

19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
es vor dem Ausrichten den zusätzlichen Schritt aufweist:  
-Heranfahren des Chucks (2) und des zu testenden Wafers (12) an die Sondenkarte (5) bis zu einem vorgegebenen Abstand von Wafer (12) und Sondenkarte (5).  
35

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

25

es den weiteren Schritt aufweist:

-Permanentes Erfassen des Abstands zwischen der Sondenkarte (5) und dem zu testenden Wafer (12).

5 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 20,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
das Ausrichten ein Verkippen der Sondenkarte (5) relativ zu  
dem zu testenden Wafer (12) ist.

10 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 21,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
das Ausrichten durch ein Verbiegen der Sondenkarte (5) zu dem  
benötigten Flächenprofil geschieht.

15 23. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 21,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
das Ausrichten ein Einstellen des gleichen Abstands zwischen  
den Kontakten (9) und den von ihnen zu kontaktierenden Kon-  
taktflächen (13) ist.

20 24. Verfahren nach Anspruch 23,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
das Einstellen des gleichen Abstands durch Verändern der Po-  
sition der einzelnen Kontakte (9) mittels eines Aktors (4)  
25 für jeden Kontakt (9) erfolgt.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 24,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
das Vergrößern des Abstandes zwischen Performanceboard (3)  
30 und Sondenkarte (5) durch gleichmäßiges Ausfahren aller Akto-  
ren (4) geschieht.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 25,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
35 die Kontakte (9) zumindest während des Vergrößerns des Ab-  
stands zwischen dem Performanceboard (3) und den Kontakten  
(9) in Vibration und/oder in Schwingung versetzt werden.

## Zusammenfassung

Testvorrichtung für Halbleiterschaltung und Verfahren zum Testen von Halbleiterschaltungen

5

Es besteht ein Bedarf an einer Wafer-Testvorrichtung, mit der es möglich ist, die Kontaktflächen der zu testenden, integrierten Schaltkreise möglichst gleichmäßig und damit mit geringeren notwendigen Anpressdrücken mit den Testkontakten in elektrische Verbindung zu bringen. Diese Aufgabe wird in der Erfindung gelöst durch eine Testvorrichtung für Halbleiterschaltungen mit einem Chuck zur Halterung eines zu testenden Wafers mit zumindest einem integrierten Schaltkreis mit einer Gruppe von Kontaktflächen, die ein Waferflächenprofil definieren; einem dem Chuck gegenüber angeordneten Testkopf 1 mit einem Performanceboard 3, an dem eine Sondenkarte 5 mit Kontakten 9 zur Kontaktierung der Kontaktflächen 13 angeordnet ist; wobei diejenigen Bereiche der Kontakte 9, die mit den Kontaktflächen 13 in Kontakt kommen sollen, ein Testflächenprofil definieren; und die gekennzeichnet ist durch an der Sondenkarte 5 angeordnete Aktoren 4 zur parallelen Ausrichtung des Testflächenprofils parallel zum Waferflächenprofil und zur Veränderung des Abstands zwischen dem Performanceboard 3 und den Kontakten 9 in einer Richtung im wesentlichen orthogonal zum Waferflächenprofil.

Fig. 1

## Bezugszeichenliste

1	Testkopf
2	Chuck
3	Performanceboard
4	Aktoren
5	Sondenkarte
6	Goldpads auf Performanceboard
7	Planarisator/zweiter Wafer
8	Abstandsensoren
9	Kontakte
10	Versteiffungselement
11	Verbindungsschrauben
12	zu testender Wafer
13	Kontaktflächen des zu testenden Wafers
14	Kontakte zur Verbindung mit Performanceboard
15	Stiftkontakte zum Verbinden mit Testerelektronik
16	Probecardauflage
17	Interconnector
18	Sondenkartenhalter
19	Stellstempel

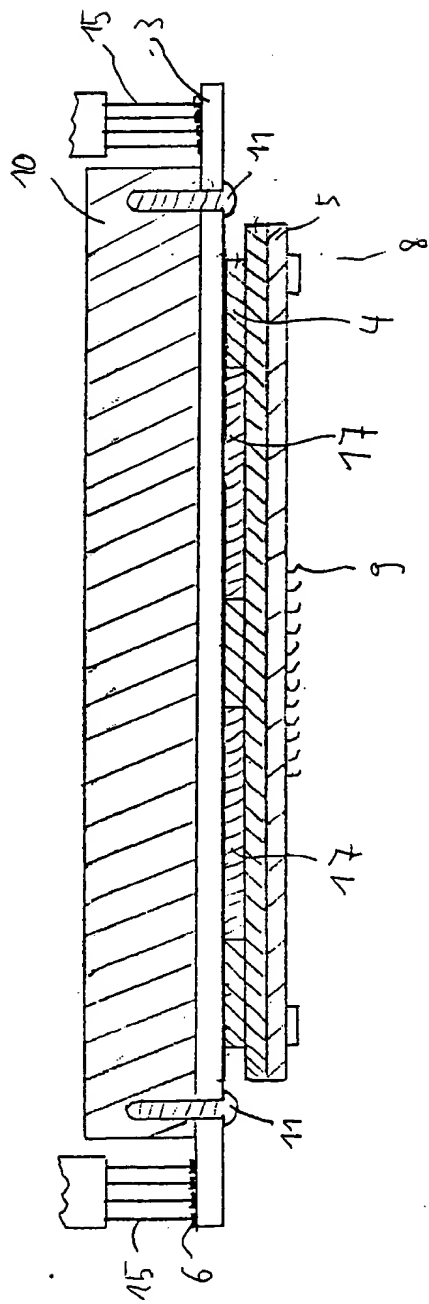


Fig. 1

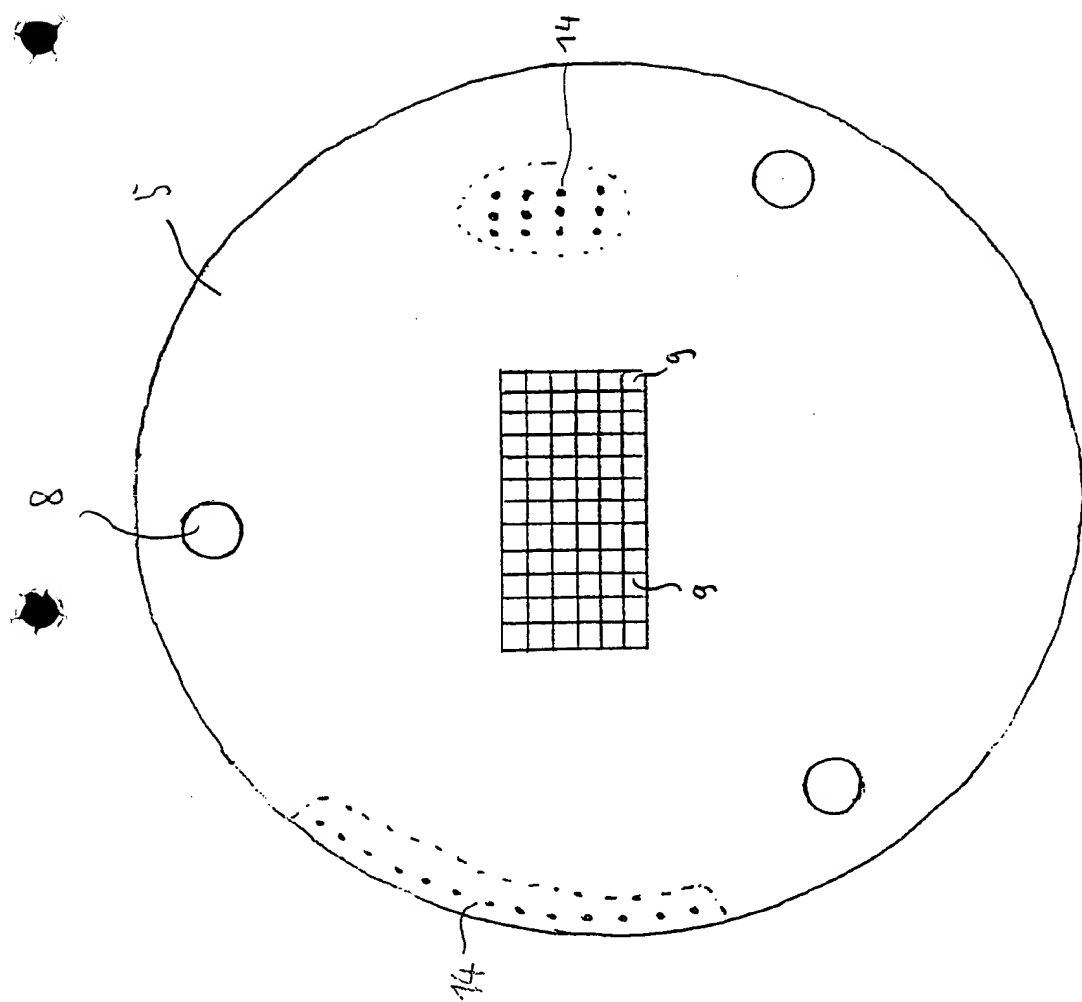


Fig. 2

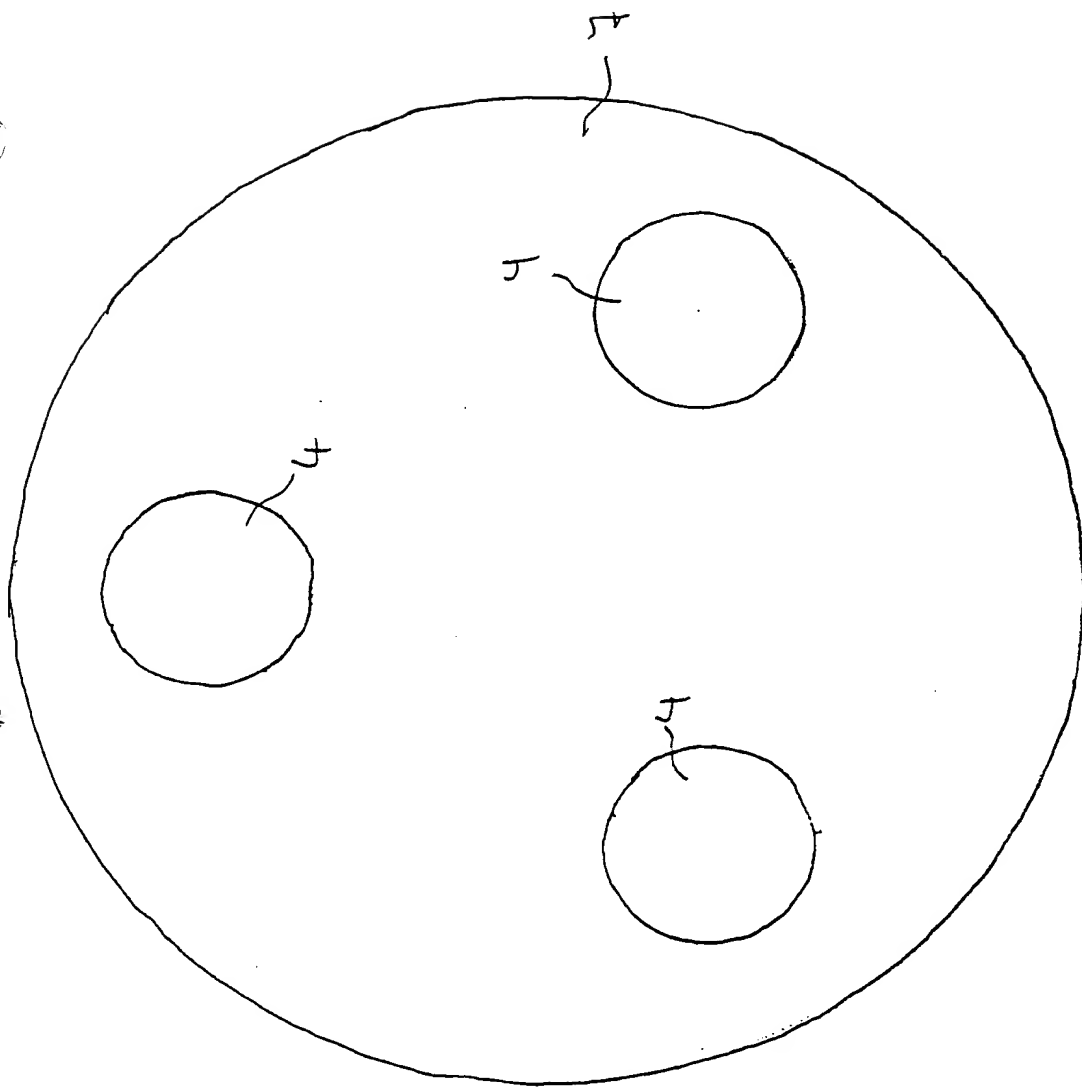


Fig. 3



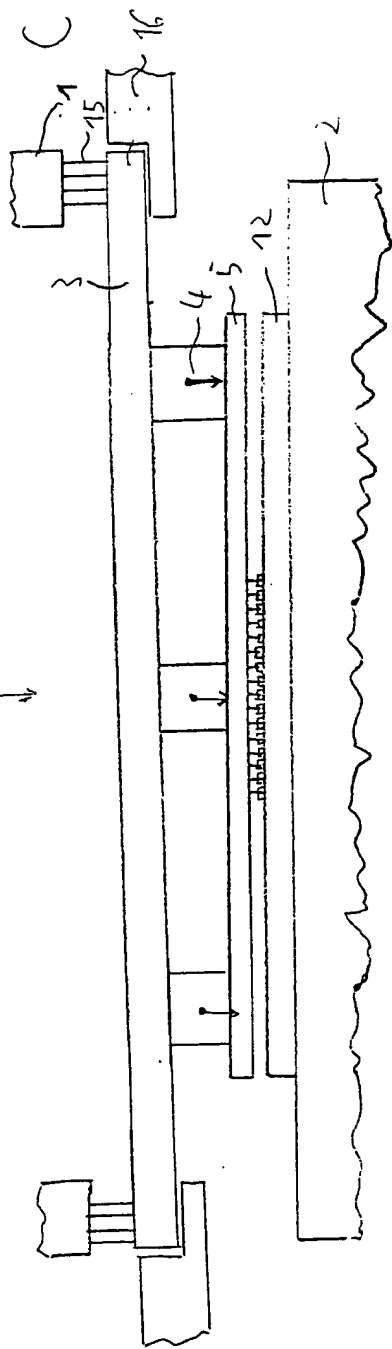
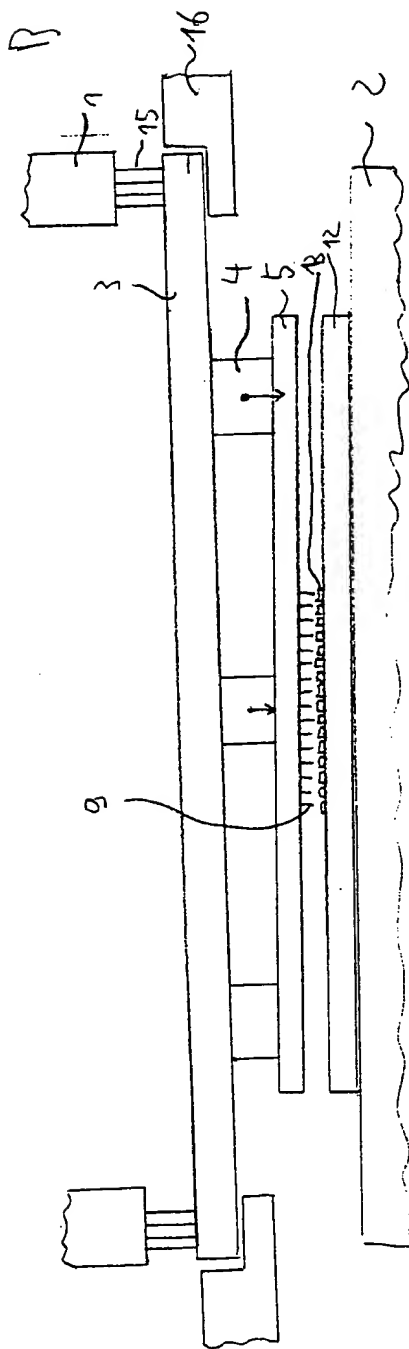
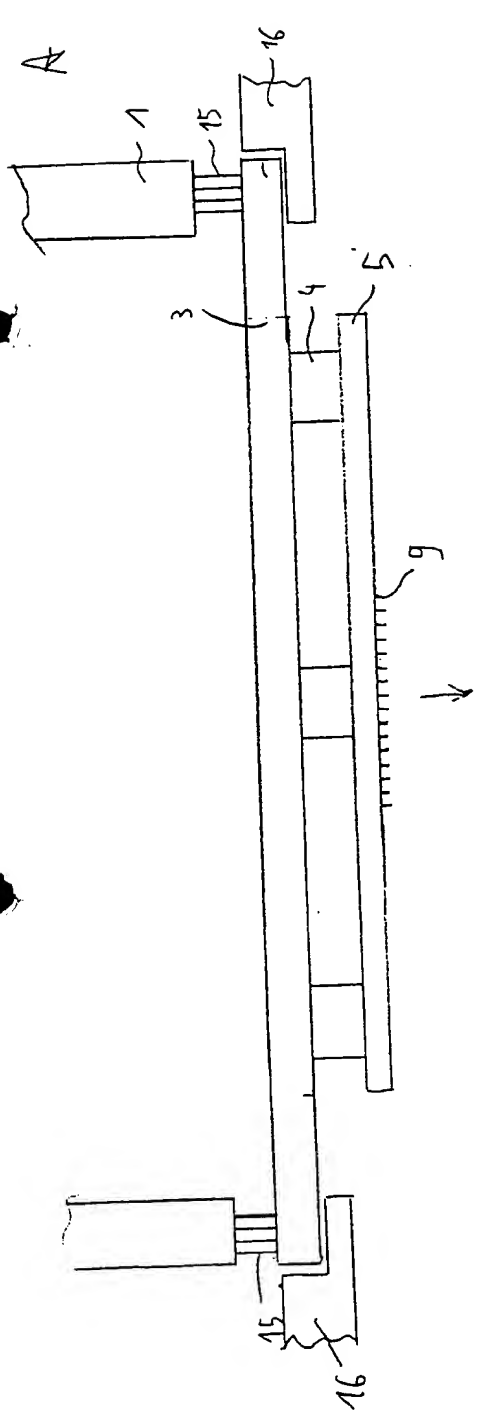


Fig. 4

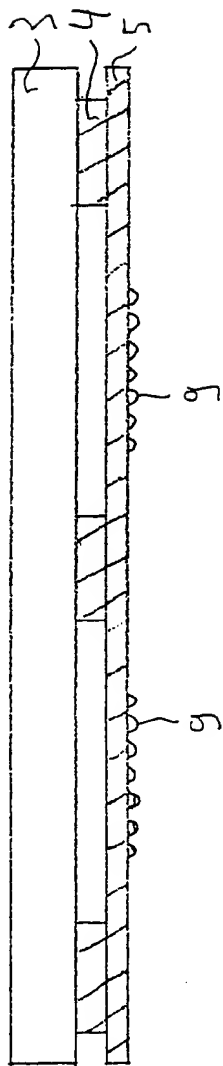


Fig. 5

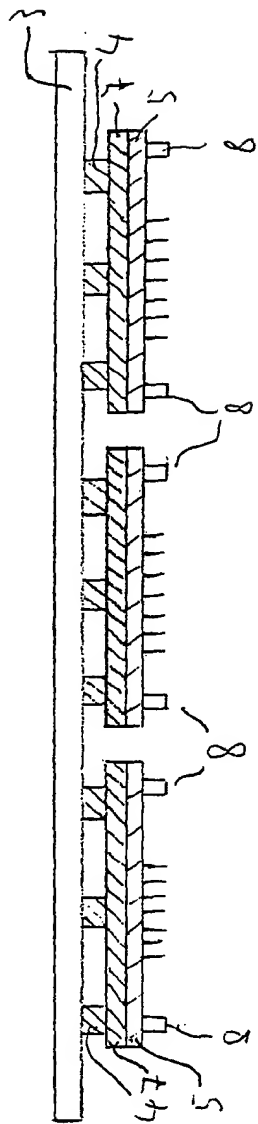


Fig. 6

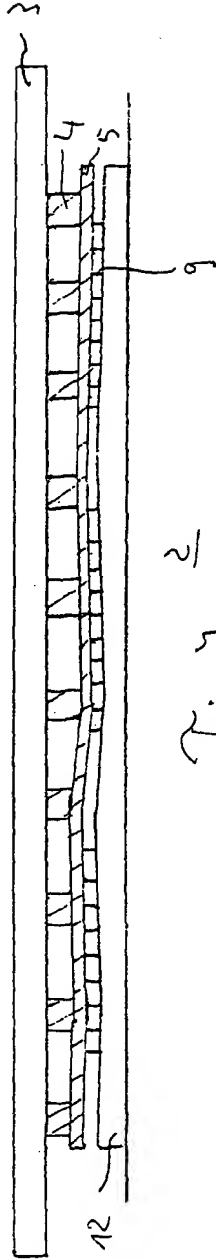


Fig. 1

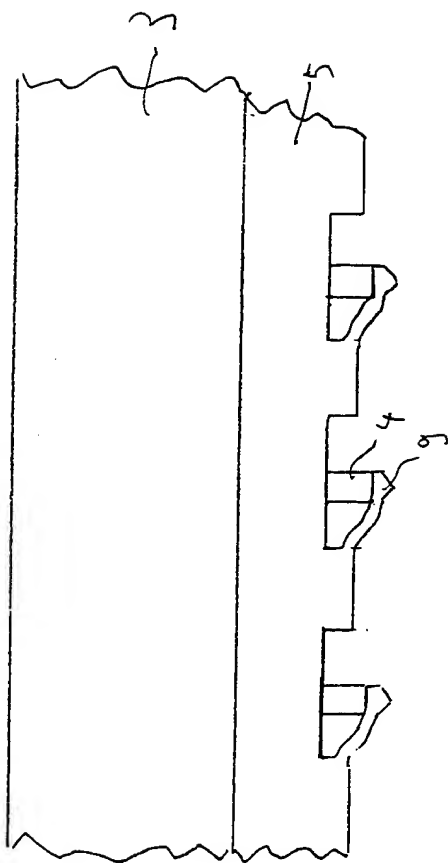


Fig. 8

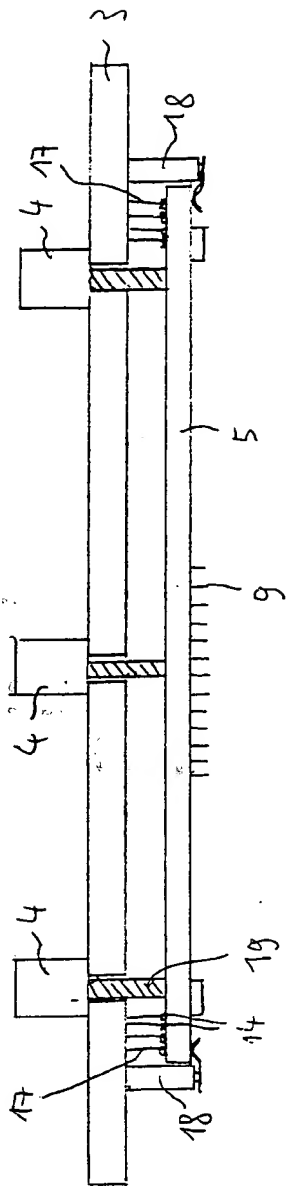


Fig. 9